DINAMIKA SEDIMENTASI SINGKAPAN FORMASI NGRAYONG DENGAN ANALOGI LINGKUNGAN PENGENDAPAN MODERN, STUDI KASUS SINGKAPAN POLAMAN DAN BRAHOLO DENGAN ANALOGI PESISIR PANTAI UTARA JAWA

Eka Dhamayanti[1*]
Ni'matul Azizah Raharjanti[1]
Ika May Hartati[1]
[1]Departemen Teknik Geologi, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia
**Email : ekadhamayanti40@gmail.com*

SARI

Formasi Ngrayong merupakan formasi yang tersusun oleh batugamping Orbitoid (Cycloclypeus) dan batulempung dibagian bawah, kemudian berubah secara gradual menjadi batupasir dengan sisipan batugamping orbitoid dibagian atas. Secara regional, formasi ini diendapkan pada daerah pasang-surut yang mengalami transgresi menjadi lingkungan paparan tengah hingga luar. Dengan dominasi litologi berupa clean sand, formasi ini menjadi reservoir utama di zona Rembang khususnya daerah Cepu. Dengan mengidentifikasi singkapan pada formasi Ngrayong dan menganalogikannya dengan sistem pengendapan yang masih berlangsung saat ini, dapat diinterpretasikan dinamika sedimentasi yang terjadi selama pembentukan formasi Ngrayong sehingga memudahkan dalam pemahaman sejarah geologi secara komprehensif. Dalam studi ini, digunakan dua singkapan pada formasi Ngrayong, singkapan pertama berada di Polaman dan singkapan kedua berada di lembah sungai Braholo. Singkapan Polaman memiliki variasi litologi berupa batupasir, batulempung berseling dengan batupasir, shale, dan rudstone dengan kandungan fosil Cycloclypeus, sedangkan singkapan pada lembah sungai Braholo tersusun oleh rudstone, batugamping chalky, dan batupasir. Analogi yang digunakan untuk interpretasi dinamika sedimentasi berada di hutan Mangrove Banggi, Rembang yang merupakan model sedimentasi modern pesisir Utara Jawa saat ini. Pemahaman secara spasial dinamika sedimentasi di formasi Ngrayong akan memudahkan dalam analisis potensi, terutama prospek hidrokarbon. Batupasir dan batugamping Cycloclypeus bertindak sebagai batuan reservoar, dan shale berperan sebagai source rock.

***Kata Kunci** : Dinamika, Ngrayong, Polaman, Braholo, Pasang-surut*

I. PENDAHULUAN

Hidrokarbon merupakan target utama dari eksplorasi migas di seluruh belahan dunia. migas masih menguasai sekitar 80% dari pemenuhan kebutuhan energi dunia, tidak terkecuali Indonesia. Berdasarkan outlook energi Indonesia tahun 2014, konsumsi energi final berdasarkan jenis selama tahun 2000 – 2012 masih didominasi oleh BBM. Selama kurun waktu tersebut, total konsumsi BBM meningkat dari 315 juta SBM pada tahun 2000 menjadi 398 juta SBM pada tahun 2012 atau meningkat rata-rata 1,9% per tahun. Pada tahun 2000, konsumsi minyak solar termasuk minyak diesel mempunyai pangsa terbesar (42%) disusul minyak tanah (23%), bensin (23%), minyak bakar (10%), dan avtur (2%). Selanjutnya pada tahun 2012 urutannya berubah menjadi bensin (50%), minyak solar (37%), avtur (7%), minyak tanah (4%), dan minyak bakar (2%). Berdasarkan fakta bahwa Indonesia masih menjadi negara konsumen minyak, pemahaman tentang sistem *petroleum* menjadi sangat penting terutama dalam interpretasi lokasi dimana minyak berada. Salah satu elemen sistem *petroleum* yang penting adalah batuan reservoir, batuan reservoir berfungsi untuk menyimpan hidrokarbon yang telah dihasilkan oleh batuan induk (*source rock)*. Batuan reservoir harus memiliki nilai porositas dan permeabilitas yang baik, salah satu jenis batuan yang umum sebagai reservoir adalah batupasir, selain itu jenis batuan lain yang dapat berfungsi sebagai reservoir adalah batuan karbonat, vulkanik, dan semua jenis

batuan yang telah mengalami peretakan sehingga menghasilkan porositas sekunder. Formasi Ngrayong merupakan formasi yang didominasi oleh litologi berupa *clean sand*, formasi ini menjadi reservoir utama di zona Rembang khususnya daerah Cepu. Secara regional, formasi ini diendapkan pada daerah pasang-surut yang mengalami transgresi menjadi lingkungan paparan tengah hingga luar. Dengan mengidentifikasi singkapan pada formasi Ngrayong dengan menggunakan analogi dari lingkungan pengendapan saat ini maka akan memudahkan dalam pemahaman mekanisme sedimentasi dan apa yang terjadi selama proses pembentukan formasi Ngrayong. Implikasi dari studi ini adalah pemahaman distribusi secara lateral dari formasi Ngrayong dan potensinya sebagai batuan reservoir. Pemahaman secara spasial dinamika sedimentasi dan sejarah geologi berdasarkan observasi lapangan di formasi Ngrayong akan memudahkan dalam analisis potensi secara mendalam, terutama prospek hidrokarbon.

II. KONDISI GEOLOGI REGIONAL

Formasi Ngrayong yang berumur Miosen Tengah adalah salah satu formasi penting dalam dunia industri migas di Cekungan Jawa Timur Utara karena potensinya dalam menyimpan hidrokarbon. Formasi Ngrayong dapat direpresentasikan dalam bentuk singkapan di Sungai Braholo. Perlapisan batuan pada singkapan tersebut tampak horizontal karena berada pada suatu puncak antiklin bertipe *conical*. Pada bagian bawah dari singkapan ini dapat ditemukan litologi yang berumur lebih tua dari Formasi Ngrayong yaitu Formasi Tawun. Selain itu, singkapan lain yang dapat merepresentasikan Formasi Ngrayong adalah singkapan di Kuburan Cina Polaman yang juga merupakan lokasi bekas tambang batupasir kuarsa. Singkapan ini berupa *hogback* yang memiliki kemiringan ke arah selatan. *Hogback* ini adalah bagian antiklin yang sama dengan antiklin di Sungai Braholo, yang terbentuk akibat proses erosi pada sayap antiklin.

Singkapan Polaman terbentuk oleh fase trangresi yang terjadi pada Miosen Tengah dan membentuk beberapa fasies pengendapan. Fasies ini dapat dibagi berdasarkan perubahan lingkungan pengendapan yang dicirikan oleh perubahan litologi pada singkapan. Fasies tersebut adalah fasies *supratidal*, fasies *intertidal*. Fasies *subtidal*, dan fasies karbonatan. Fasies *supratidal* dicirikan oleh serpih dan dapat pula ditemukan sisipan gipsum dan *amber*, fasies intertidal dicirikan oleh serpih yang berselang-seling dengan batupasir fasies subtidal dicirikan oleh batupasir, serta fasies karbonatan dicirikan oleh batugamping *rudstone*. Pada perlapisan serpih dapat ditemukan struktur sedimen berupa gelembur arus yang asimetrik dan fosil jejak horizontal.

Singkapan Sungai Braholo terbentuk oleh fase regresi pada Miosen Tengah. Singkapan ini diperkirakan terbentuk lebih dahulu dari singkapan yang berada di Polaman. Fase ini dapat diketahui dari perubahan lingkungan pengendapan dari paparan benua menjadi *subtidal*. Pada singkapan ini fasies pengendapan dapat dibagi menjadi dua yaitu fasies subtidal dan fasies karbonatan. Fasies karbonatan di bagian bawah tersusun atas *rudstone* dan *chalky limestone*. Fasies *subtidal* di bagian atas dari singkapan tersusun atas batupasir merah dan batupasir masif. Lapisan batupasir merah terbentuk akibat proses pencucian batuan di atasnya.

III. LOKASI DAN METODE PENELITIAN

III.1. Lokasi Penelitian:

Lokasi penelitian berada di singkapan Polaman dengan koordinat (548729, 9236900) dan tepi sungai Braholo (549072, 9237507), yang berada di Desa Sendangharjo, Kabupaten Blora, Jawa Tengah. Jarak lokasi penelitian dari Yogyakarta sekitar 150km dari kota Yogyakarta atau perjalanan 5 jam dengan mengendarai mobil.

III.2. Metode Penelitian

Penelitian yang merupakan studi stratigrafi dan sedimentologi dilakukan dengan metode pemetaan geologi permukaan. Dari pemetaan tersebut diperoleh data geologi dan sampel batuan. Data geologi untuk interpretasi lingkungan pengendapan dan genesa dari singkapan. Sampel batuan yang didapatkan dari singkapan kemudian dianalisis petrografi

dan deskripsi fosil untuk batuan karbonatan, sehingga diperoleh data umur batuan tersebut.

IV. DATA DAN ANALISIS

IV.1. Data Lapangan dan Laboratorium Singkapan Polaman

Pada singkapan Polaman terdapat beberapa fasies batuan yang dapat diamati, diantaranya adalah :

1. Fasies Serpih

Fasies serpih ini tersusun atas serpih yang memiliki kenampakan lapangan berwarna abu-abu dengan ukuran butir lempung (Gambar 2). Sortasi yang dimiliki baik. Tekstur *Grain supported* pada bagian bawah hingga bagian atas. Bentuk butir tidak dapat teramati, batuan tersusun atas material silisiklastik berukuran lempung, gipsum, dan fosil daun (*mold*). Struktur sedimen yang ditemukan adalah gelembur arus asimetri. Selain itu ditemukan pula amber dan batubara.

2. Fasies Perselingan serpih dan batupasir

Fasies ini tersusun atas perselang-selingan antara serpih dan batupasir. Kenampakan lapangan berwarna abu-abu untuk serpih dan coklat muda untuk batupasir.

3. Fasies Batugamping *Rudstone*

Fasies ini tersusun atas batupasir dan batugamping *rudstone*. Batupasir memiliki kenampakan lapangan berwarna coklat dengan ukuran butir pasir sangat halus, sortasi yang dimiliki baik, *Grain supported* pada bagian bawah hingga bagian atas, bentuk butir subangular, komposisi batuan terdiri atas kuarsa dan fosil foraminifera besar *Lepidocyclina*. Pada batupasir juga ditemukan fosil moluska seperti gastropoda dan *pelecypoda* yang tidak terorientasi (*in situ).* Kenampakan sayatan tipis dari batupasir dapat dilihat pada gambar 5.

Batugamping *rudstone* memiliki kenampakan lapangan berwarna coklat kekuning-kuningan dengan ukuran fragmen 0,08 - 24 mm. Sortasi yang dimiliki buruk dan *Matrix supported.* Bentuk butir angular-subangular. Tersusun atas kalsit, sparit, dan fosil foraminifera besar berjenis *Cycloclypeus*, *Lepidocyclina*, dan *Amphistegina.* Kenampakan sayatan tipis batugamping ini dapat dilihat pada gambar 4. Perubahan dari fasies serpih menjadi fasies *rudstone* tersebut menggambarkan peralihan dari formasi Ngrayong menjadi formasi Bulu.

IV.2. Data Lapangan dan Laboratorium Singkapan Braholo

Singkapan pada Sungai Braholo dapat dibagi menjadi dua fasies yaitu fasies karbonatan dan fasies batupasir. Fasies karbonatan yang berada di bagian bawah tersusun atas *rudstone* dan *chalky limestone*.

a. Rudstone pada kenampakan lapangan berwarna putih. Ukuran fragmen 1 – 20 mm dengan sortasi yang buruk. Bentuk butir angular hingga subangular. Berdasarkan pengamatan pada sayatan tipis batuan ini tersusun atas foraminifera besar berjenis *Lepidocyclina*, *Amphistegina*, dan *Cycloclypeus*, sparit, serta kalsit (Gambar 8).

b. *Chalky limestone* pada kenampakan lapangan berwarna putih kecoklat-coklatan. Ukuran butir lempung hingga lanau dan memiliki sortasi baik. Bentuk butir tidak teramati. Batuan ini tersusun atas material karbonatan berukuran lempung hingga lanau. Batugamping *chalky* mengalami proses disolusi sehingga kandungan semennya hilang, disolusi disebabkan oleh infiltrasi air meteorik di dalam batugamping. Semen yang dikandung oleh batugamping yang berupa karbonat sangat mudah larut oleh air meteorit. *Chalky limestone* masuk dalam zona pencucian dimana semen yang larut akan masuk pada zona dibawahnya yaitu zona akumulasi dimana larutan yang membawa Ca akan mengendap pada pori-pori dan menghasilkan batuan sedimen yang lebih keras (*grainstone*), sedangkan pada lapisan batupasir diatas batugamping terjadi pencucian dan akumulasi Fe yang menghasilkan Fe.

Fasies pasir tersusun atas batupasir baik batupasir merah di bagian bawah maupun batupasir masif di bagian atas.

c. Batupasir merah pada kenampakan lapangan berwarna merah dan memiliki struktur berlapis. Ukuran butir pasir sangat halus, memiliki sortasi yang baik, serta kemas tertutup. Batupasir ini tersusun oleh kuarsa serta hematit. Batupasir ini diperkirakan merupakan hasil dari pencucian.

d. Batupasir masif pada kenampakan lapangan berwarna coklat muda dan memiliki struktur masif. Ukuran butir pasir sangat halus, memiliki sortasi yang baik, serta kemas tertutup. Bentuk butir angular-subrounded. Batupasir ini tersusun oleh hampir seluruhnya oleh kuarsa.

V. DISKUSI

V.1 Interpretasi Fasies Singkapan Polaman dan Braholo

Satuan titik amat Polaman, terletak di Sendangharjo, Blora Jawa Tengah. Singkapan tersebut merupakan representasi dari Formasi Ngrayong yang berada pada fisiografi zona Rembang. Singkapan terbentuk pada tatanan tektonik cekungan belakang busur dan terkontrol patahan batuan alas. Kontrol tersebut menyebabkan perbukitan lipatan (*anticlinorium*) tersusun secara *en-echelon*. Singkapan tersusun oleh litologi berumur miosen tengah (N11-N13). Singkapan pada awalnya diendapkan pada dataran pasang surut, yang kemudian mengalami transgresi menjadi lingkungan paparan tengah hingga luar. Interpretasi lingkungan pengendapan tersebut didukung oleh fasies-fasies yang berkembang di daerah pengamatan dijumpai fasies batuserpih yang memiliki *mold* atau cetakan daun. Cetakan daun tersebut menandakan bahwa pada lingkungan pengendapan serpih (*shale*) terdapat tumbuhan yang tumbuh, kemudian daun tersebut jatuh ke endapan lempung yang belum terkonsolidasi dan terpreservasi dengan baik karena lingkungan yang tenang (*supratidal*). Kemudian di atasnya diendapkan fasies batuan berupa perselingan batupasir-serpih dan fasies batugamping *rudstone*. Fasies perselingan batupasir-serpih merupakan fasies peralihan dari lingkungan supratidal menjadi subtidal sehingga dua jenis batuan dapat membentuk suatu perselang-selingan Fasies serpih (*shale*) pada bagian bawah singkapan tersebut diendapkan pada lingkungan pengendapan *supratidal*. Fasies perselingan batupasir-serpih menandakan lingkungan pengendapan berupa *intertidal* (transisi). Sedangkan batugamping *rudstone* menandakan lingkungan pengendapan paparan atau laut dangkal yang terbuka.

Satuan titik amat Braholo juga masih terletak pada desa yang sama yaitu Sendangharjo, Blora, Jawa Tengah. Singkapan ini merupakan representasi dari Formasi Ngrayong bagian bawah yang mengalami kontak dengan Formasi Tawun. Menurut Husein dkk. (2015) singkapan ini berkembang pada suatu antiklin yang memiliki jenis konikal (non-silindris, dimana sumbu lipatan tidak linear dan ujung dari sumbu lipatan menunjam). Pembentukan antiklin ini disebabkan oleh aktivitas patahan pada basement yang terjadi lokal pada zona Rembang saja.

Singkapan Braholo tersusun atas litologi berumur miosen tengah (lupaa). Singkapan ini pada mulanya diendapkan pada lingkungan paparan atau laut terbuka sehingga menghasilkan fasies berupa rudstone. Kemudian terjadi proses regresi yang menyebabkan sebagian tubuh rudstone tersingkap ke permukaan. Air meteorik kemudian mengambil peran dalam melarutakan semen pada tubuh rudstone yang tersingkap dan mengakibatkan tekstur batuan menjadi chalky dan menghasilkan fasies chalky limestone. Kemudian terjadi proses transgresi yang menghasilkan fasies batupasir merah berlapis pada lingkungan pengendapan subtidal. Kemudian batupasir ini juga tersingkap ke permukaan dan mengalami leaching (pencucian) yang ditandai dengan kehadiran mineral hematit yang melimpah. Hematit yang melimpah ini bertanggung jawab atas warna lapisan batupasir yang tampak berwarna merah di lapangan. Setelah itu terjadi kenaikan muka air laut relatif yang dapat diimbangi dengan penambahan suplai sedimen. Akibatnya terbentuklah fasies batupasir yang memiliki struktur masif dengan ketebalan hingga beberapa meter. Fasies batupasir masif iini menandakan lingkungan yang masih sama dengan lingkungan pengendapan fasies

batupasir merah yaitu pada lingkungan subtidal.

V.2. Analogi Singkapan Ngrayong dengan Sedimentasi Modern Pantai Banggi

Banggi merupakan lingkungan sedimen modern, paparan yang terekspos saat pasang surut yang disebut *intertidal*, dicirikan oleh energi rendah sehingga terdapat dominasi endapan lumpur atau disebut sebagai *mudflat*. Pada sisi timur dari paparan ditemukan *channel –channel* kecil yang disebut sebagai *tidal channel*. Pada sisi utara, pasir menjadi semakin dominan, namun daerah tersebut tidak sepenuhnya daerah *subtidal* karena pasir pada daerah tersebut dibawa oleh delta kecil disisi Timur, *longshore current* mendistribusikan pasir kearah barat sehingga membentuk morfologi terisolir dibelakangnya yang disebut sebagai lagun. Tidak jauh dari lepas pantai (sekitar 800 m), terdapat terumbu karang sebagai model sedimen karbonat. Urutan lateral dari daratan berupa *mudflat*, kemudian *sand flat*, dan berkembang kearah *offshore* menjadi *platform* karbonat membuktikan terjadinya perubahan fasies antara paparan silisiklastik dan karbonat. Perubahan transgresi dan regresi ini juga terjadi secara vertikal. Mempelajari lingkungan sedimen modern Banggi dapat dianalogikan dengan satuan batuan yang diendapkan pada formasi Ngrayong dimasa lampau.

Formasi Ngrayong yang diwakili oleh singkapan di Polaman maupun Braholo yang terbentuk pada Miosen Tengah ini dapat diinterpretasikan serupa dengan proses yang sedang berlangsung di Pantai Banggi saat ini. Seperti yang kita ketahui bahwa litologi pada singkapan Polaman maupun Braholo menunjukkan perubahan lingkungan pengendapan mulai dari supratidal, intertidal, subtidal, hingga laut terbuka maupun sebaliknya. Pantai Banggi menggambarkan suasana lingkungan pengendapan yang menunjukkan pengaruh pasang surut maupun laut terbuka. Lingkungan pengendapan pada Pantai Banggi dapat dibagi menjadi mudflat yang berada paling dekat dengan daratan dan tersusun atas material berukuran lempung, mixflat yang merupakan campuran antara material berukuran lempung dan pasir, sandflat yang tersusun atas material berukuran pasir dan berada paling dekat dengan laut terbuka, serta laut terbuka yang ditandai dengan terbentuknya terumbu karang tak jauh dari bibir pantai. Serpih pada singkapan Polaman yang menunjukkan lingkungan pengendapan supratidal serupa dengan mudflat di Pantai Banggi. Perselang-selingan antara serpih dengan batupasir pada singkapan Polaman yang menunjukkan lingkungan intertidal digambarkan menyerupai endapan mixflat di Pantai Banggi. Batupasir baik di singkapan Polaman maupun Braholo yang menunjukkan lingkungan subtidal juga dapat dimodelkan seperti endapan sandflat Pantai Banggi. Selain itu terumbu karang di lepas Pantai Banggi juga menjadi gambaran bagaimana lingkungan terbentuknya rudstone yang menyusun singkapan Polaman maupun Braholo. Pada singkapan Polaman lingkungan berubah dari mudflat menjadi laut terbuka, sedangkan pada singkapan Braholo perubahan lingkungan terjadi sebaliknya yaitu dari laut terbuka menjadi sandflat.

V.3 Korelasi antara Batuan di Polaman dan Braholo

Polaman menunjukkan lingkungan transgresi, sedangkan pada braholo lingkungannya mengalami regresi, perbedaan ini dapat dijelaskan karena lokasi Polaman berada di daerah sayap antiklin, sedangkan Braholo relatif berada pada puncak antiklin, pada saat proses kompresi yang menghasilkan lipatan berlangsung bersamaan dengan proses sedimentasi pada kedua lokasi maka terjadi perubahan lingkungan pengendapan dimana Braholo akan semakin mendangkal sedangkan Polaman akan semakin mendalam.

Secara struktur geologi, pada lapisan di sebelah selatan dip batuan relatif ke arah barat, semakin ke utara dip menjadi semakin horizontal menandakan lokasi sungai braholo berada pada sebuah puncak antiklin, puncak antiklin ini menunjam kearah barat sehingga tergolong dalam antiklin menunjam. Pada bagian selatan tampak puncak antiklin lain yang berbeda dari lokasi pengamatan. Sehingga dapat teramati dua puncak antiklin dan dibagian tengah berupa sinklin kecil (morfologi sadel). Lipatan ini sulit

didefinisikan sumbu lipatannya sehingga disebut sebagai lipatan *conical*, lipatan ini banyak berkembang di zona Rembang akibat manifestasi sesar geser.

VI. KESIMPULAN

Singakapan Polaman dan Braholo merupakan representasi dari singkapan di formasi Ngrayong yang memiliki lingkungan pasang surut (*tidal)*, fasies yang ditemukan di kedua singkapan menunjukkan perubahan dari fasies supratidal hingga subtidal yang ditunjukkan dari perubahan *mudflat* ke arah *sandflat* dan batugamping. Dinamika formasi Ngrayong ini dapat dianalogikan dengan lingkungan transisi di pantai Banggi yang terletak di pantai Utara pulau Jawa dimana fasies *mudflat* berkembang di daerah dekat daratan dan berubah menjadi *sandflat* ke arah lautan dan berubah menjadi karbonat yang menandakan lingkungan laut dangkal yang terbuka. Dinamika yang sama dari singkapan di formasi Ngrayong dengan pesisir Utara pulau Jawa memberikan informasi yang jelas terhadap persebaran litologi dan potensi yang ada di formasi Ngrayong.

VII. *ACKNOWLEDGEMENT*

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan paper ini. Terimakasih kami sampaikan kepada Dosen dan Panitia EGR 2016 yang telah memberikan fasilitas dan pengetahuan dalam penulisan paper ini. Ucapan terimakasih tidak lupa kami sampaikan kepada Dosen pembimbing atas segala masukan yang membangun pemikiran dan ide-ide kami selama ini.

DAFTAR PUSTAKA

Husein, S., K. Kakda, dan H.F.N. Aditya (2015) *Mekanisme Perlipatan En-Echelon di Antiklinorium Rembang Utara*, Prosiding Seminar Nasional Kebumian ke-8 Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, GEO41, pp 224-234

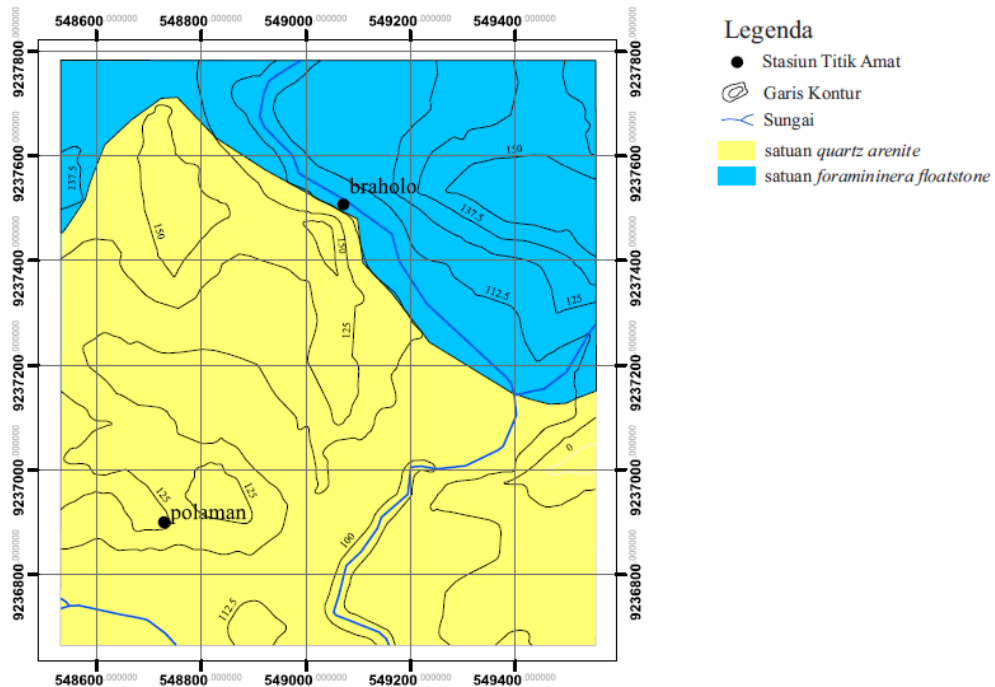
Husein, S., Titisari, A. D., Freski, Y. R., & Utama, P. P. (2016). *Buku Panduan Ekskursi Geologi Regional, Jawa Timur Bagian Barat, Indonesia.* Yogyakarta: Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, UGM.

Kadar, D., & Sudijono. (1987). *Peta Geologi Lembar Rembang, Jawa Tengah*. Bandung: Pusat Penelitian dan Pengembangan Geologi.

Kerr, P. F. (1977). *Optical Mineralogy.* United States of America: McGraw-Hill Inc.

Walker, R and Noel. J.1992. *Facies Models:Response To Sea Level Change*. Geological Association of Canada

Tucker, M.E., 2003. Sedimentary Rocks in the Field *third edition*. John Wiley and Sons Ltd, West Sussex.

GAMBAR

Gambar 1. Peta Daerah Penelitian

Gambar 2. Singkapan Polaman menunjukkan adanya tiga fasies berbeda yaitu Supratidal, Intertidal, dan Subtidal

Gambar 3. Struktur *Ripple Mark* pada Fasies Supratidal di singkapan Polaman

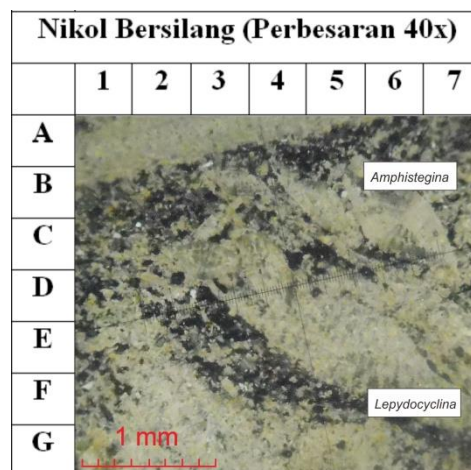
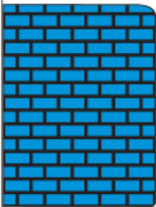
Nikol Bersilang (Perbesaran 40x)

1 2 3 4 5 6 7

A B C D E F G

Amphistegina

Lepydocyclina

1 mm

Gambar 4. Sayatan Petrografi dari Batugamping *Rudstone* di singkapan Polaman

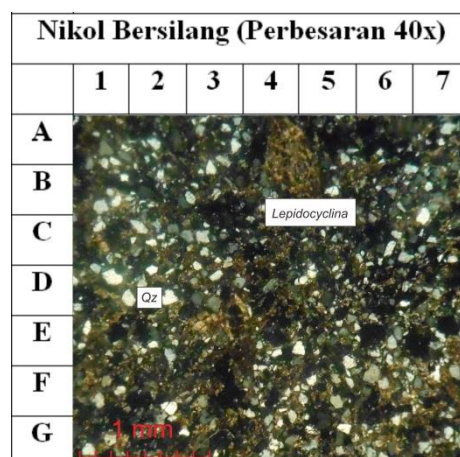
Nikol Bersilang (Perbesaran 40x)

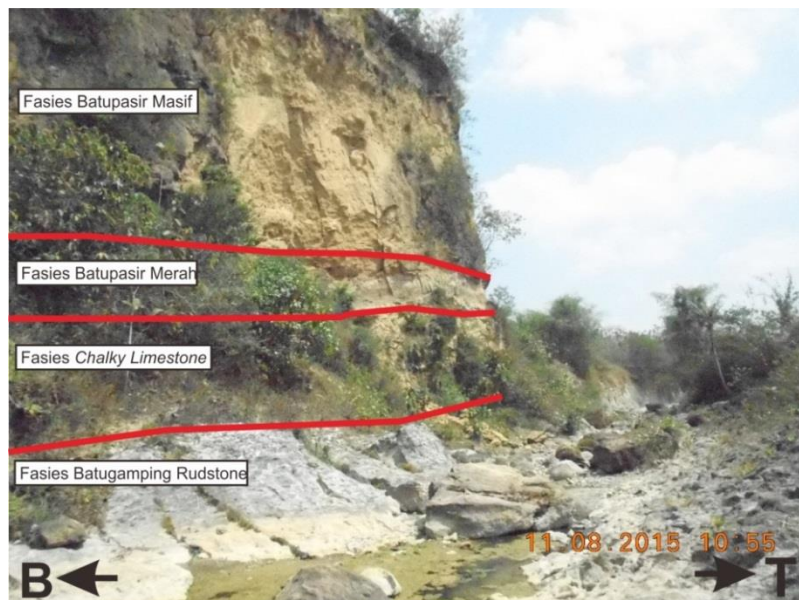
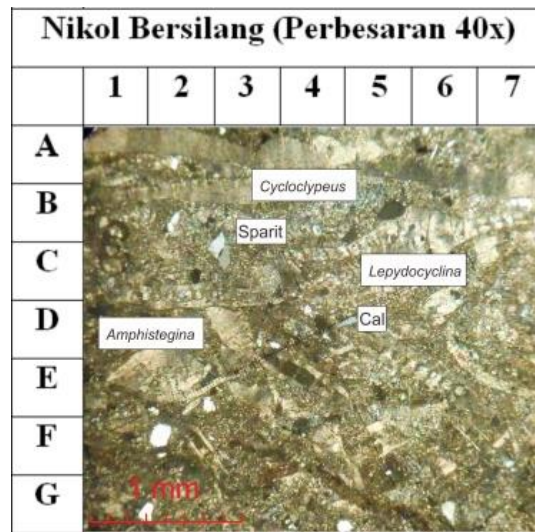
1 2 3 4 5 6 7

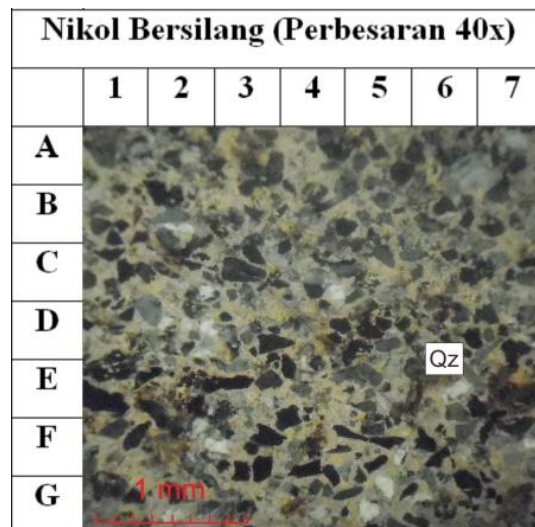
A B C D E F G

Lepidocyclina

Qz

1 mm

Gambar 5. Sayatan Petrografi dari Batupasir di singkapan Polaman

Gambar 6. Kolom Stratigrafi Singkapan Polaman

Gambar 7. Singkapan Sungai Braholo yang menunjukkan beberapa fasies batuan seperti Batupasir masif, Batupasir merah, *chalky limestone*, dan Batugamping *Rudstone*

Gambar 8. Sayatan Petrografis Batuan *Rudstone* pada singkapan Sungai Braholo

Nikol Bersilang (Perbesaran 40x)
1 2 3 4 5 6 7
A B C D E F G
Qz
1 mm

Gambar 9. Sayatan Petrografis Batuanpasir pada singkapan Sungai Braholo

Gambar 10. Pantai Banggi diamati dari citra googlemaps yang menunjukkan lingkungan pengendapan modern yang merepresentasikan lingkungan pengendapan di formasi Ngrayong (Husein, 2016)